



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

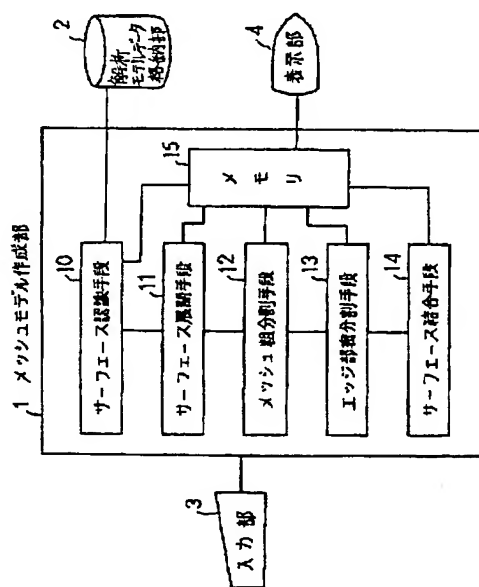
(11) Publication number: **06162153 A**(43) Date of publication of application: **10.06.94**(51) Int. Cl **G06F 15/60**(21) Application number: **04318357**(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(22) Date of filing: **27.11.92**(72) Inventor: **KUROKI KATSUNORI****(54) MESH MODEL GENERATION SYSTEM**

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To shorten the time for mesh division by automatically dividing meshes nearby the edge of an analytic model and at other places.

CONSTITUTION: A mesh model generation part 1 recognizes respective surfaces of the three-dimensional analytic model by a surface recognizing means 10 by using analytic model data and stores them in a memory 15. A surface expanding means 11 couples and expands adjacent surfaces into a two-dimensional plane and stores it in the memory 15. When the number of divisions of meshes is specified from an input part 3, a mesh rough dividing means 12 generates meshes with the number of divisions specified for the respective surfaces expanded by the surface expanding means 11 and stores them in the memory 15. Once an edge part close dividing means 13 is driven, fine meshes are generated from data on the meshes of the respective surfaces as to meshes of the edges of the surfaces and stored in the memory 15. A surface coupling means 14 couples the respective surfaces to generate and display an image of the analytic model at a display part 4.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-162153

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)IntCl.

G 0 6 F 15/60

識別記号

4 5 0

庁内整理番号

7922-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-318357

(22)出願日 平成4年(1992)11月27日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 黒木 克徳

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 穂坂 和雄 (外2名)

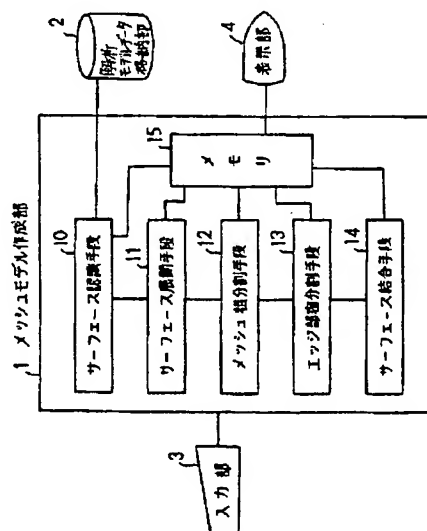
(54)【発明の名称】 メッシュモデル作成方式

(57)【要約】

【目的】本発明は有限要素法解析によるメッシュモデル作成方式に関し、メッシュ分割数を指定してメッシュモデルを自動分割した時にモデルのエッジ部近傍における微細なメッシュ分割のための時間を低減すること、及び解析モデルを完成する前に、指定されたメッシュ分割数に対応するイメージが予定どおりか否かを確認することができることを目的とする。

【構成】解析モデルのサーフェース情報を自動認識し、連続してつながったサーフェースを展開し、メッシュ分割数が指定されると各サーフェースを指定されたメッシュに分割する。更に各サーフェースのエッジ部に対して、メッシュ分割数が2倍以上の密なメッシュに自動分割し、メッシュ分割後のサーフェースを結合してメッシュモデルを作成するよう構成する。

本発明の第1の原理構成図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 有限要素法解析によるメッシュモデル作成システムにおいて、解析モデルのサーフェース情報を自動認識し、認識された各サーフェースを二次元平面に展開し、メッシュ分割数の入力に応じて前記展開された各サーフェースを粗のメッシュに分割し、前記メッシュ分割された各サーフェースのエッジ部について、前記入力されたメッシュ分割数の2倍以上の密度でメッシュ分割し、前記各メッシュ分割されたサーフェースを結合してメッシュモデルを作成することを特徴とするメッシュモデル作成方式。

【請求項2】 有限要素法解析によるメッシュモデル作成システムにおいて、解析モデルのサーフェース情報を自動認識し、解析モデルをメッシュ分割する前に、メッシュ分割数の入力に応じて該分割数によるメッシュスクリーンを生成し、前記生成されたメッシュスクリーンと解析モデルの各サーフェースとの重ね合わせた画面を作成して表示し、前記表示に対して補正入力に応じて前記メッシュスクリーンを再配置し、再配置されたメッシュスクリーンを元にメッシュ分割を行うことを特徴とするメッシュモデル作成方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は有限要素法（FEMと称される：Finite Element Method）の構造解析によるメッシュモデル作成システムにおけるメッシュモデル作成方式に関する。

【0002】 建築物、商品等の各種の立体的な構造物についての構造解析において、有限要素法が一般的に用いられる。この有限要素法では、解析モデルを多数の要素（エレメント）に分割した、いわゆるメッシュモデルが必要である。

【0003】 メッシュモデルの作成には、一般的に対話型システムが用いられるが、有限要素法による構造解析では、その解析に要する時間の大部分がメッシュモデルの作成に費やされている。

【0004】

【従来の技術】 従来の有限要素法解析システムは、解析モデルからメッシュモデルを作成する際には、オペレータが視点の変更、部分拡大等の種々の画面操作を繰り返しメッシュを作成する面（サーフェース）を定義し、メッシュ分割数を入力することによりメッシュモデルを作成する。

【0005】 これを簡単に説明するために、図5に従来例の説明図を示す。この例は、解析モデルとして立方体（または直方体）を用いたものであり、図5のA. に示すような立方体60の画像が元となる設計データを処理して表示装置（図示せず）に表示させる。この立方体60の画像に対して、入力装置（図示されないマウス、キーボード等）を用いてオペレータがシステムと対話しな

がら、解析モデルを構成している個々の線分を選択して、メッシュを作成する領域であるサーフェースの定義を行うことができる。この例では、ライン（line で表示）1、ライン2、ライン3、ライン4の順に線分が選択されて、斜線で表すサーフェースS1が定義される。

【0006】 次に、B. に示すように、サーフェースS1と隣接するサーフェースS2について、同様にライン5、ライン6、ライン7、ライン2の順に線分を選択して、サーフェースS2が定義される。以下、同様に図示されないが、メッシュ作成する全てのサーフェースについても同様に定義が実行される。この立方体について全サーフェース、即ち6つのサーフェースの定義が終了すると、各サーフェースのメッシュ分割数が入力される。入力された分割数を元にシステムは立方体全体でメッシュ分割を行う。その結果、図5のC. に示すように分割されたメッシュモデル61が作成される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記したように対話システムの場合、サーフェースを定義する時、特に解析モデルが複雑になると頻繁に視点の変更、部分拡大等の画面操作が必要になり、多大の工数を要するという問題があった。また、サーフェースの定義ミスが発生すると、出来上がったメッシュモデルが期待したモデルにならないなどの不具合が発生している。

【0008】 これを解決するための方式として、この出願の発明者により先に、解析モデルのサーフェース情報を自動認識し、連続してつながったサーフェースを指定された分割数により個々に分割してメッシュ分割を行った後、メッシュ分割後のサーフェースを結合してメッシュモデル完成体を作成する方式を提案した（発明協会公開技報92-3203、同92-3204）。

【0009】 この提案された方式では、解析モデルについて指定した分割数により個々に分割してメッシュモデルを作成しているが、オペレータはメッシュモデルが完成するまでそのイメージが確認できないという問題があった。

【0010】 また、モデルの各部への各種の負荷に対するメッシュへ与える影響等の解を得るための解析において、解析の種類によってはモデルのエッジ部近傍のメッシュ分割を行う時に、その他の部分より細かくしなければ精度の高い解が得られない場合がある。ところが、上記の先に提案された方式では、オペレータはモデル上では同一平面でありながら、メッシュ分割するサーフェースを複数に分割し、メッシュの細かい部分、粗い部分をそれぞれ指定してメッシュ分割しなければならないためオペレータに負担がかかるという問題があった。

【0011】 本発明は、メッシュ分割数を指定してメッシュモデルを自動分割した時にモデルのエッジ部近傍における微細なメッシュ分割のための時間を低減することができるメッシュモデル作成方式を提供することを第1

の目的とし、メッシュモデルを完成する前に、メッシュモデル分割数を指定した時にメッシュ分割のイメージが予定どおりか否かを確認することができるメッシュモデル作成方式を提供することを第2の目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の第1の原理構成図、図2は本発明の第2の原理構成図である。図1において、1はメッシュモデル作成部、2は解析モデルデータ格納部、3は入力部、4は表示部である。メッシュモデル作成部1において、10はサーフェース認識手段、11はサーフェース展開手段、12はメッシュ粗分割手段、13はエッジ部密分割手段、14はサーフェース結合手段、15はメモリである。

【0013】また、図2において、2～4は上記図1の各符号と同じ構成装置であり、5は図1の1と同じ名称であるが、内部構成が異なるメッシュモデル作成部である。メッシュモデル作成部5において、50はサーフェース認識手段、51はメッシュスクリーン生成手段、52は重ね合わせ表示手段、53はメッシュ修正手段、54はメッシュ分割・結合手段、55はメモリである。

【0014】本発明の第1の発明は、解析モデルの立体構造の各サーフェースを認識し、それぞれを二次元平面上に展開した上で粗い単位でメッシュ分割し、更に各サーフェースの境界のエッジ部に対しては密度を高く分割するものであり、第2の発明はサーフェースを認識し、指定した分割数に対応するメッシュスクリーンを作成しモデルの完成体をイメージするためにメッシュスクリーンと解析モデルを重ね合わせて表示して、分割数の修正を行うようにするものである。

【0015】

【作用】図1において、メッシュモデル作成部1は、起動すると解析モデルデータ格納部2の解析モデルデータを用いてサーフェース認識手段10において立体的な解析モデルの各サーフェースを認識してメモリ15に格納する。次にサーフェース展開手段11は認識された各サーフェースのデータを用いて隣りあったサーフェースを結合して二次元の平面に展開して、結果をメモリ15に格納する。次に入力部3からメッシュの分割数を指定すると、メッシュ粗分割手段12は、サーフェース展開手段11により展開された各サーフェースに対して指定された分割数によりメッシュを作成してメモリ15に格納する。

【0016】この後、エッジ部密分割手段13が駆動されると、前記メッシュ粗分割手段12により作成された各サーフェースのメッシュのデータの中から、サーフェースのエッジ（サーフェースが隣接する角の部分）のメッシュについて更に細かなメッシュ（粗分割の半分程度のサイズ）を作成してメモリ15に格納する。

【0017】次にサーフェース結合手段14は、メモリ15に格納されたエッジ部分（密分割されたメッシュを

含む）を含む各粗分割のメッシュで構成する各サーフェースを結合して立体的な解析モデルの画像を作成し、表示部4に表示する。

【0018】次に、図2において、メッシュモデル作成部5が起動すると、解析モデルデータ格納部2を用いて上記図1の10と同様のサーフェース認識手段50が、立体的な解析モデルの各サーフェース認識してメモリ55に格納する。この後、入力部3からメッシュの分割数を指定すると、メッシュスクリーン生成手段51が駆動される。このメッシュスクリーンは、希望するメッシュモデルかどうかを確認するために指定された分割数に対応するメッシュを表示するためのデータである。指定された分割数に応じて異なるメッシュモデルがメモリ55上に生成されると、次に、重ね合わせ表示手段52が駆動されると、このメッシュスクリーンのデータと、上記サーフェース認識手段50により認識してメモリ55に格納された解析モデルの各サーフェースのデータとを重ね合わせメモリ55に格納すると共にその内容を表示部4に出力して表示させる。

【0019】表示されたメッシュスクリーンと解析モデルのサーフェースを重ね合わせた画像を見て、入力部3からメッシュスクリーンを修正する入力（分割数や配置位置）があるとメッシュ修正手段53が対応したメッシュスクリーンの生成または再配置を行ってメモリ55に格納する。修正が終了した時、または修正が無い場合は、入力部3からの指示によりメッシュ分割・結合手段54が駆動され、メモリ55に格納された最終的なメッシュスクリーンを元に各サーフェースのメッシュ分割を行って、各サーフェースを結合して立体的な解析モデルの画像を作成し、表示部4に表示する。

【0020】

【実施例】図3は実施例1の処理フロー図である。この実施例1は上記図1に示す本発明の第1の原理構成に対応し、この処理フローはCPU、メモリ、解析モデルのデータを保持する磁気ディスク装置、CRTディスプレイ、キーボード等で構成する図示されないメッシュモデル作成システムにおいて実施することができる。

【0021】図3の右側には、具体的な解析モデルについての、各処理ステップにおける処理内容を示す。最初に、解析モデルからまずサーフェース情報を自動認識する（図3の30）。一般的に、解析モデルは線分で構成され、線分は始点、終点の座標データ（3次元X、Y、Z）を持っており、サーフェースはこの線分データを読み取ることにより実行される。この時、各サーフェースはユニーク番号が自動的に付される。図3のaの場合、各サーフェースS1、S2、S5、S7が示されているが、他の見えないサーフェースについても認識される。

【0022】次に、読み取ったサーフェース情報を元に、これに接続したサーフェースを展開し、メッシュ作成単位となるサーフェースにする（同31）。このサー

フェースの展開では、オペレータに対しサーフェース基本部を指示するよう促し、オペレータから基本サーフェースを指示すると、その基本サーフェースを構成する線分を回転軸に、隣合うつながったサーフェースを展開する。

【0023】このサーフェースの展開は、オペレータが介入することなくシステムによる自動展開も可能であり、自動展開の場合は連続してつながったサーフェースの内、サーフェースの構成点の座標値が基準原点座標値 ($X=0, Y=0, Z=0$) に最も近い構成点を認識し、その構成点を持つサーフェースを自動的に基本部とし、この基本サーフェースを構成する線分を回転軸としてつながったサーフェースを展開する。なお、基本サーフェースにつながっていないサーフェースの展開は、隣接する基本サーフェースにつながった1サーフェースを構成する線分を回転軸として展開する。図3のbに上記aに示す解析モデルのサーフェースを展開した状態を示す。

【0024】次に展開されたサーフェースについて粗のメッシュ分割処理を行う(同32)。この場合、メッシュの分割数はオペレータから指示された分割数により行われる。図3のcには、上記のbに示す展開された各サーフェースについて粗のメッシュ分割した例を示す。

【0025】上記粗のメッシュモデル分割された各サーフェースのエッジ部をオペレータから入力された分割数(上記粗のメッシュ分割のために指示された分割数)に対して2倍以上の分割数(サイズは半分以下)で分割する(同33)。図3のdは、各エッジ部分について微細な間隔でメッシュ分割された状態を示す。

【0026】続いて、上記のように2段階のメッシュ分割を行ったサーフェースの展開内容を画面に表示すると、オペレータが画面に表示されたメッシュ分割を確認し(同34)、不都合があるか否かを判断し(同35)、不都合な場合は再度メッシュ分割処理を指示する。図3のeは、表示装置にサーフェースの一部を表示した状態である。なお、このeの画面内に表示されたサーフェースのメッシュ分割は図示省略されている。

【0027】サーフェースのメッシュ分割が終了した後、システムはサーフェースを結合する処理を行う。図3のfは粗のメッシュ分割処理されたサーフェースを結合した状態を表し、エッジ部の密のメッシュ分割は図示省略されている。

【0028】次に図4は実施例2の処理フロー図である。この実施例2は上記図2に示す本発明の第2の原理構成に対応し、実施例1と同様にCPU、メモリ、解析モデルのデータを保持する磁気ディスク装置、CRTディスプレイ、キーボード等で構成する図示されないメッシュモデル作成システムにおいて実施することができる。

【0029】最初に上記図3と同様に図4の右側には、

具体的な解析モデルについての、各処理ステップにおける処理内容を示す。最初に、上記図3の30と同様のサーフェースの自動認識が実行され(図4の40)、図4のaに具体例を示す。次にオペレータに対しメッシュ分割の入力を促すことによりメッシュ分割数が入力される(同41)。これに応じて、システムは入力された分割数に対応するメッシュスクリーンを生成する(同42)。このメッシュスクリーンの例を図4のbに示す。

【0030】次に生成されたメッシュスクリーンを上記で自動認識した解析モデルの各サーフェースに重ね合わせて画面表示する(同43)。この重ね合わせを行った画面の例を図4のcに示す。

【0031】この画面表示した内容を見て、オペレータは、入力した分割数によるメッシュモデル(メッシュスクリーンで表した各サーフェース)が、イメージしたとおりかどうかを確認する(同44)。図4のdは表示装置の表示例(表示内容にはメッシュスクリーンが省略されている)である。

【0032】この時、オペレータは、画面に表示された解析モデルとメッシュスクリーンの重ね合わせを見て、システムが自動的に配置したメッシュスクリーンの位置が不適切であれば、メッシュスクリーンの位置を変更する指示を行い、メッシュモデルの完成イメージを確認して不都合があれば再度メッシュ分割数を入力して再処理を行う(同45)。

【0033】メッシュスクリーンの位置及びメッシュ分割数の修正が終了すると、配置されたメッシュスクリーンを元にシステムは解析モデルを自動的にメッシュ分割して、メッシュモデルの表示を行う(同46)。この状態は図4のeに示す。

【0034】

【発明の効果】本発明の第1の発明によれば解析モデルのエッジ近傍部とそれ以外の部分のメッシュの分割を自動的に行うことができるので、従来のような多数の工数を要することがないので時間を短縮できる。

【0035】本発明の第2の発明によれば解析モデルをメッシュ分割する前に二次元のメッシュスクリーンを解析モデルに重ね合わせるによりオペレータがメッシュモデル完成体をイメージできるのでメッシュ分割のやり直しがなく処理時間を短くできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の原理構成図である。

【図2】本発明の第2の原理構成図である。

【図3】実施例1の処理フロー図である。

【図4】実施例2の処理フロー図である。

【図5】従来例の説明図である。

【符号の説明】

1 メッシュモデル作成部
10 サーフェース認識手段
11 サーフェース展開手段

(5)

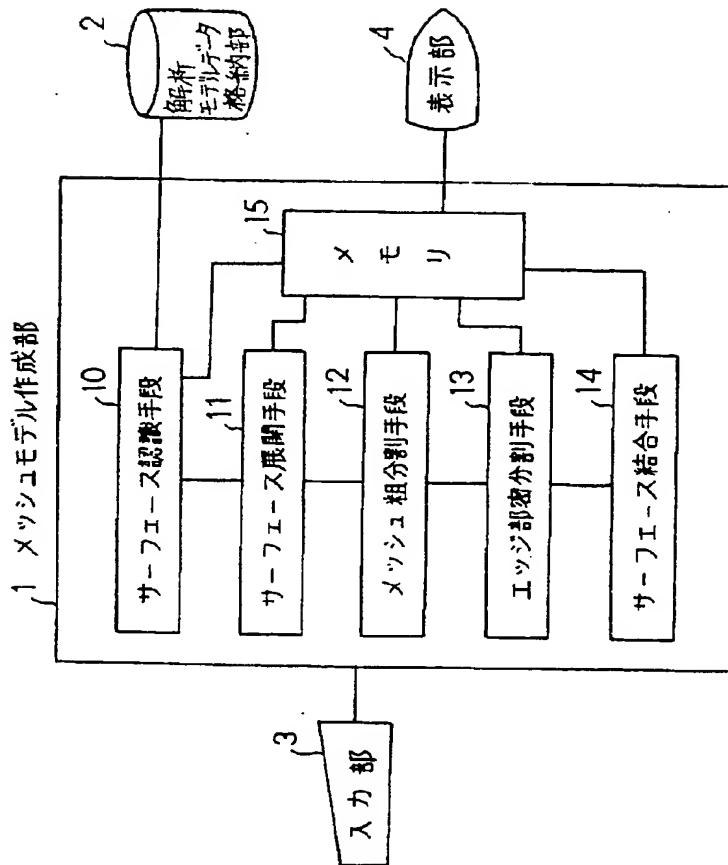
特開平6-162153

- 7
12 メッシュ粗分割手段
13 エッジ部密分割手段
14 サーフェース結合手段
15 メモリ

- 8
* 2 解析モデルデータ格納部
3 入力部
4 表示部
*

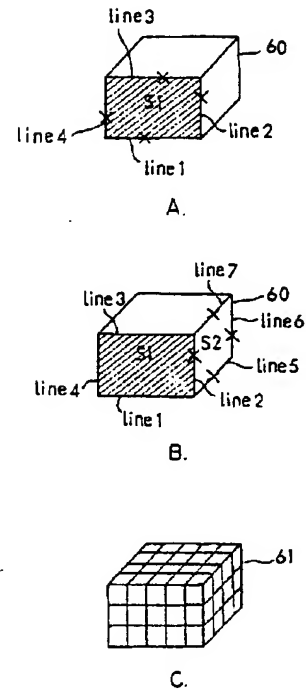
【図1】

本発明の第1の原理構成図



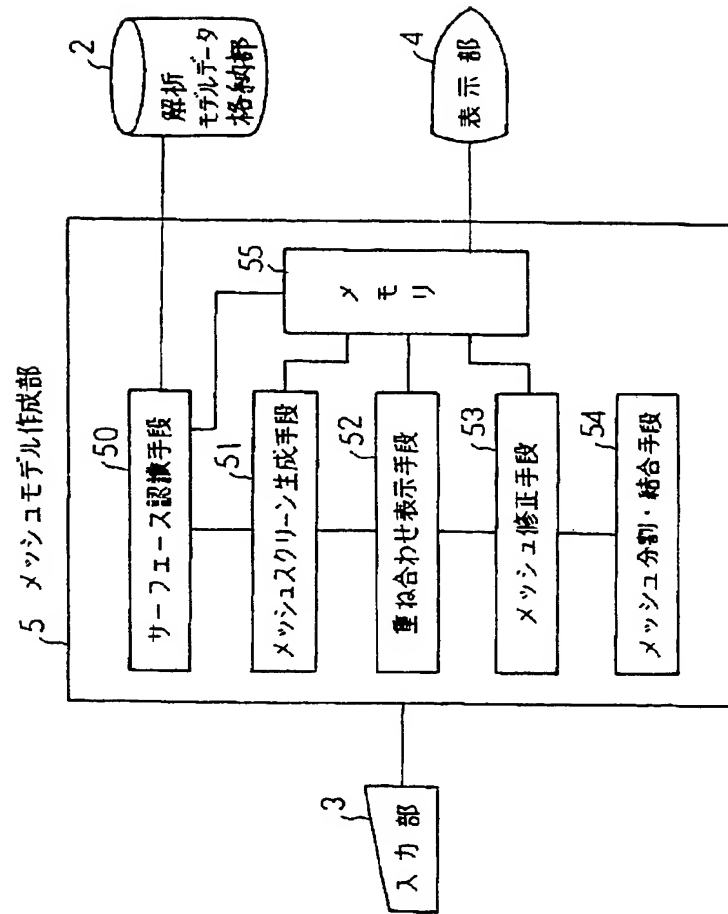
【図5】

従来例の説明図



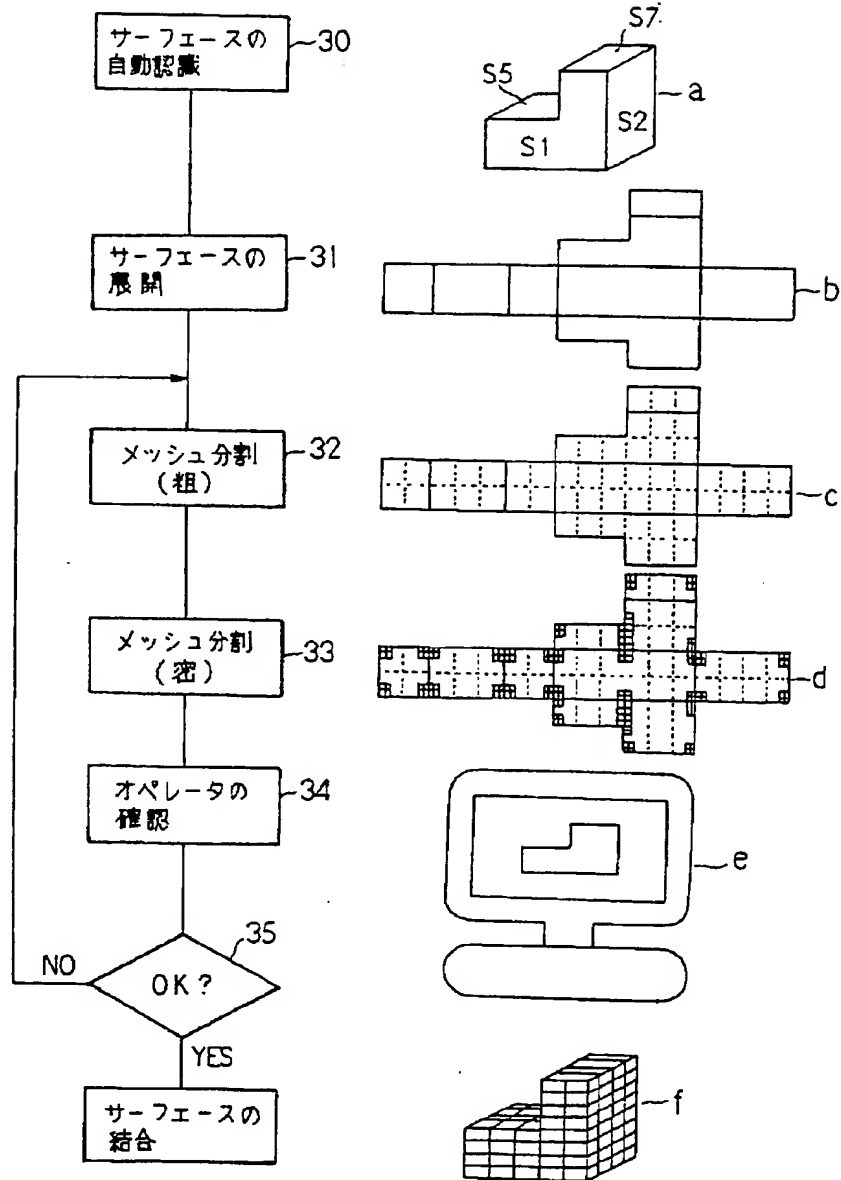
【図2】

本発明の第2の原理構成図



【図3】

実施例1の処理フロー



【図4】

実施例2の処理フロー

